



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

ENSAYO DE REFUERZO NATURAL DEL POLEN EN CEREZAS Y KIWIS

Este estudio se llevó a cabo durante la temporada de cultivo 2025, con el objetivo de evaluar el efecto de la polinización asistida con una fuente externa de polen proporcionada por «**COMERCIALIZADORA ZIMEX LIMITADA**», en huertos comerciales de cereza dulce (Fig. 1) y Actinidia (Fig. 4).

CEREZA DULCE

Configuración experimental

El ensayo sobre cereza dulce se llevó a cabo en un huerto del cultivar «Kordia» injertado en Gisela 6, situado en Bomporto (MO), con importantes problemas de polinización. El productor informó de una productividad históricamente baja debido a la escasa polinización del cultivar, a pesar de la introducción regular de abejorros en el huerto durante la época de floración. El cultivar Kordia es conocido por ser un cultivar «no autofértil», con importantes problemas de polinización si no se encuentra cerca de otras variedades que florecen simultáneamente, como era el caso del huerto comercial considerado.

El huerto, cultivado en forma de V, estaba equipado con una cubierta multifuncional blanca de una sola capa (antipluvia y antiinsectos) que se mantuvo cerrada durante la polinización.

El huerto se plantó en 2021, con orientación norte-sur. La distancia entre árboles era de 1,5 m dentro de las hileras y de 3,5 m entre hileras, con una densidad de 1905 árboles/ha.

En el huerto se seleccionaron dos zonas principales que se mantuvieron separadas mediante la apertura de una malla de una sola fila en el centro. En los dos extremos del huerto se establecieron dos tratamientos en 16 árboles cada uno:

- 1) Control: con árboles situados lo más lejos posible de colmenas enriquecidas con polen.
- 2) Polinización artificial: con árboles situados cerca de colmenas enriquecidas con polen.

Las colmenas se colocaron mitad en un lado del huerto y mitad en el lado opuesto. Las colmenas de cada tratamiento se mantuvieron separadas, con una distancia de 80 m. El polen artificial enviado congelado desde la empresa productora en Chile se distribuyó regularmente en la entrada del grupo de colmenas



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

que se encontraba más cerca de los árboles tratados. El polen aplicado corresponde a las variedades Skeena y Rainier. El polen se distribuyó temprano por la mañana, coincidiendo con la floración de Kordia. La plena floración de Kordia se produjo el 31^{de} marzo, mientras que la cosecha tuvo lugar el 27^{de} junio. Durante el periodo de plena floración (4^{de} abril), se produjeron algunas precipitaciones con un pico inferior a 10 mm en mayo (fig. 2). No se registraron heladas durante ese periodo.



Figura 1: Sitio experimental de cerezos en Bomporto



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

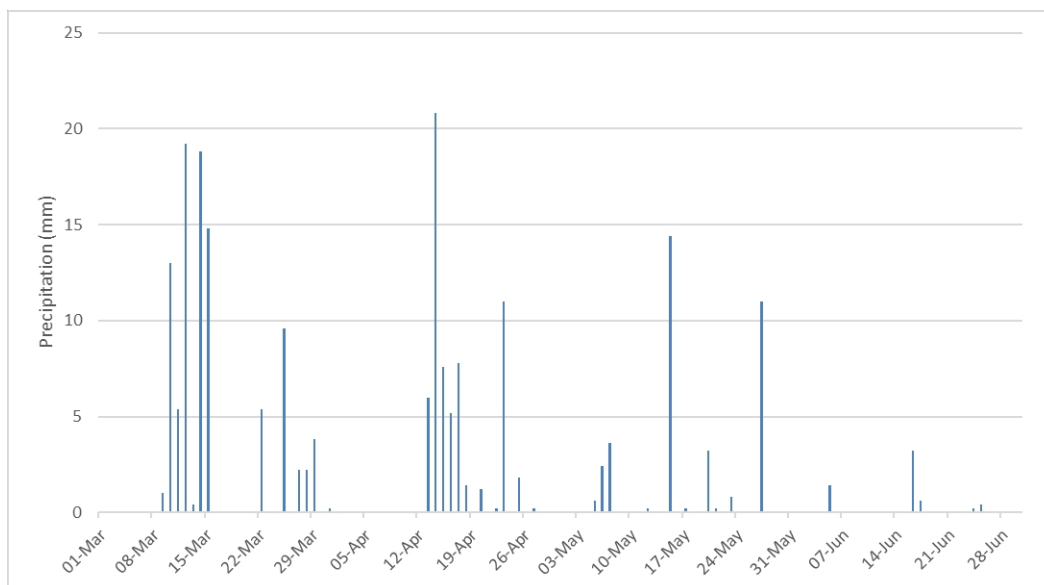


Figura 2: Tendencia de precipitación media diaria (mm) en el año 2025 en Bomporto (MO).

Evaluación del porcentaje de cuajado

El porcentaje de cuajado se estimó en 4 ramas por árbol distribuidas uniformemente por la copa (direcciones norte/sur), con un total de 64 ramas evaluadas por tratamiento.

Se contó el número de flores por rama justo antes de la floración, mientras que el número de frutos cuajados se evaluó a los 87 DAFB en las ramas seleccionadas. A continuación, se calculó el porcentaje de cuajado utilizando la siguiente ecuación:

$$\%Fruit\ set = \frac{N\ fruits}{N\ flowers} \times 100$$

En el huerto de cerezos dulces, se contó el número de flores (Fig. 3) el 4^{de} abril y se midió la cuajada tanto el 30^{de} abril como el 27^{de} mayo de 2025, lo que corresponde aproximadamente a 20 y 50 días después de la plena floración (DAFB). Al mismo tiempo, también se midió el diámetro de cada uno de los brotes seleccionados con un calibre digital.



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI



Figura 3: Ejemplos de fases de recopilación de datos en cerezo dulce

Evaluación de la producción y la calidad de los frutos

El 26^{de} junio de 2025, para ambos tratamientos, se midió la producción de frutos de cada uno de los árboles seleccionados en el momento de la cosecha con una báscula, mientras que se midió el diámetro ecuatorial de un total de 100 frutos por árbol seleccionado con un calibre digital.

A continuación, se calculó la media de los siguientes parámetros por tratamiento, junto con el error estándar:

- Diámetro ecuatorial del brote
- Número de flores por brote
- n de cuajado por brote
- % de cuajado
- % de caída de frutos
- Producción (kg/árbol)
- Diámetro ecuatorial del fruto

Para cada parámetro, los tratamientos se compararon mediante una prueba t de Student.

Evaluación del diámetro del tronco

El 21^{de} noviembre, para ambos tratamientos, se evaluó el diámetro transversal del tronco a 50 cm por encima del punto de injerto en cada árbol seleccionado. El diámetro se midió con un calibre digital.

Análisis estadístico

Se utilizó una prueba t en Excel para comparar los valores medios de los dos tratamientos para cada parámetro. Para los datos no paramétricos, se realizó una prueba de Wilcoxon.



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

Resultados

Los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros enumerados anteriormente se recogen en la tabla 1:

Tabla 1. Diámetro del tronco del cerezo dulce, número de flores y frutos por brote, cuajado (%) determinado el 30 de abril, caída de frutos (%) determinada el 27 de mayo, producción de frutos por árbol y diámetro ecuatorial de los frutos determinado en el momento de la cosecha.

	Tronco ecuatorial Ø (mm)	N Flores	N Frutos	Cuajado (%)	Fruta caída (%)	Producción (kg árbol ⁻¹)	Equatorial de fruto Ø (mm)
Control	48,27±1,45	33±1	2 ± 0,24	5,22 ± 0,75	0	1,11 ± 0,16	19,35 ± 0,17
Polinizado	46,69 ± 1,29	36±2	3 ± 0,42	7,75 ± 0,85	0	1,52 ± 0,12	20,85 ± 0,12
Estadística	ns	ns	**	*	ns	ns	***

En el ensayo experimental con cerezas dulces, se observaron diferencias significativas entre los dos tratamientos en varios parámetros morfológicos y reproductivos (tabla 1). Aunque el número de flores por brote fue ligeramente superior en el tratamiento con polen, esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Se observó un **número** significativamente **mayor de frutos cuajados** en el tratamiento polinizado, alcanzando una media de 3 frutos por brote, en comparación con los 2 del control ($P < 0,01$). Sin embargo, **el porcentaje de frutos cuajados fue similar entre los dos tratamientos**, aunque ligeramente superior en el tratamiento polinizado, probablemente debido al mayor diámetro de los brotes. En el momento de la cosecha, el diámetro medio de los frutos fue significativamente mayor en el tratamiento polinizado, alcanzando $20,85 \pm 0,12$ mm en comparación con $19,35 \pm 0,17$ mm ($P < 0,001$). La ausencia de diferencias, tanto en el porcentaje de cuajado como en la producción de frutos entre los tratamientos, podría deberse a una baja vitalidad del polen o a la gran capacidad de las abejas melíferas para volar largas distancias y visitar un gran número de flores. Por lo tanto, la cubierta separada abierta entre los dos tratamientos podría haber sido ineficaz. En cualquier caso, el agricultor confirmó que esta temporada se caracterizó por un porcentaje de polinización significativamente mayor en comparación con años anteriores, lo que podría atribuirse a una temporada favorable, a la presencia de abejas melíferas en lugar de abejorros o a la aplicación de una fuente externa de polen.



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

ACTINIDIA

Configuración experimental

El ensayo con Actinidia se llevó a cabo en un huerto del cultivar «Dori» injertado en Hayward, situado en Castel Bolognese (Faenza). El kiwi es conocido por ser una especie dioica con grandes dificultades de polinización debido a la consociación de vides masculinas y femeninas.

El huerto, cultivado en espaldera en T, estaba equipado con un mantillo reflectante blanco en el suelo y una cubierta antigranizo blanca en la parte superior (Fig. 4).

El huerto se plantó en 2022, con orientación norte-sur. La distancia entre árboles era de 2,5 m dentro de las hileras y de 4,65 m entre hileras, con una densidad de 860 árboles/ha.

En el huerto se seleccionaron dos hileras principales a una distancia mínima de 15 m entre sí y de al menos 40 m de las vides masculinas. En cada fila se seleccionaron 10 árboles para el tratamiento, mientras que se mantuvieron al menos 2 árboles a cada lado como bordes no polinizados, con el fin de mantener los árboles seleccionados alejados de los árboles comerciales y garantizar que ni el tratamiento ni el control se vieran afectados por el polen natural del huerto, de acuerdo con el protocolo del agricultor para la polinización asistida. El polen aplicado corresponde a las variedades Matua y Tomuri. Durante el período de plena floración (11^{de mayo}), se produjeron pocas precipitaciones, con un pico inferior a 5 mm en mayo (Fig. 5). No se registraron heladas durante ese período.

En el caso del kiwi, solo se seleccionaron 10 vides por dos razones:

- 1) Las vides eran extremadamente grandes, con una longitud mínima de 2 m a lo largo de la hilera.
- 2) El viticultor no accedió a proporcionar más vides para el ensayo, ya que temía la pérdida de producción.

A continuación, se asignaron dos tratamientos a cada materia prima:

- 1) Control: sin tratamiento de polinización (polinización natural).
- 2) Polinización artificial: se realizó la polinización con una fuente externa de polen proporcionada por un soplador de hojas modificado.

La floración completa se produjo el 11^{de mayo} y la polinización artificial se llevó a cabo en las 10 «vides de polinización artificial». El polen se aplicó mecánicamente utilizando un soplador de hojas modificado en tres



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

repeticiones: el 28^{de} abril (60 % de floración), el 1^{de} mayo (80 % de floración) y el 2 de mayo (95 % de floración).



Figura 4: Lugar experimental de cultivo de kiwi en Castelbolognese

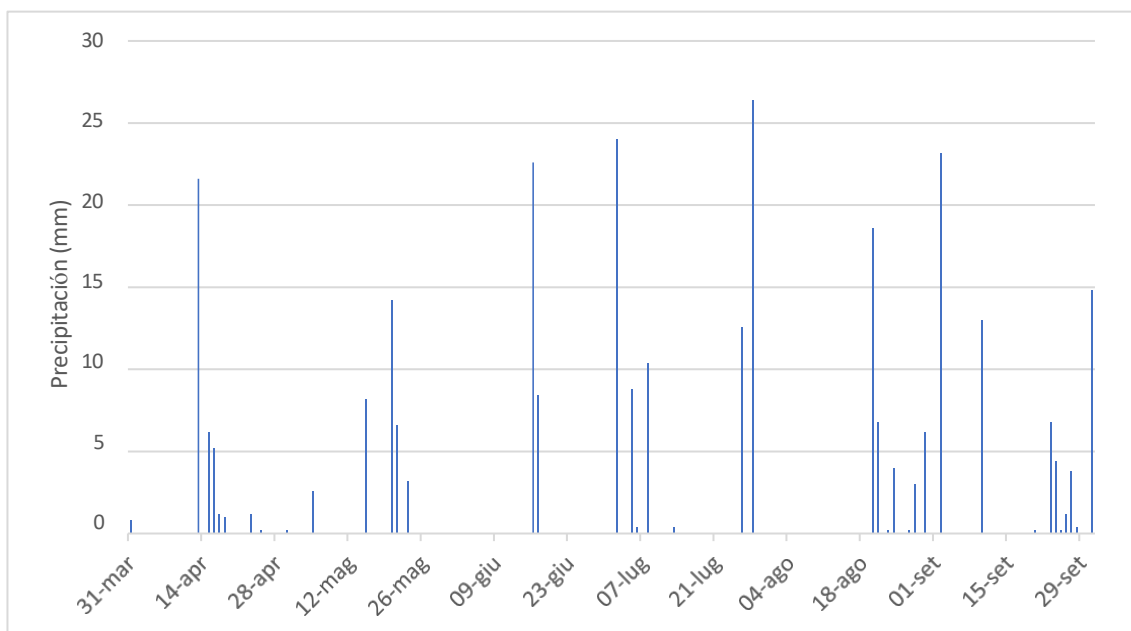


Figura 5: Tendencia de la precipitación media diaria (mm) en el año 2025 en Castel Bolognese (RA).



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGRO-ALIMENTARI

Evaluación del porcentaje de cuajado

El porcentaje de cuajado se estimó en 6 a 7 ramas por vid distribuidas uniformemente en la copa, con un total de 64 ramas por tratamiento evaluado. Se etiquetó cada rama y se contó el número de flores por rama justo antes de la floración, mientras que el número de frutos cuajados se evaluó a los 104 DAFB en las ramas seleccionadas. A continuación, se calculó el porcentaje de cuajado utilizando la siguiente ecuación:

$$\%Fruit\ set = \frac{N_{fruits}}{N_{flowers}} \times 100$$

En el huerto de kiwis, el número de flores se contó el 28^{de abril}, mientras que el número de frutos (fig. 6) se contó el 10^{de julio} y el 27^{de agosto} de 2025, lo que corresponde aproximadamente a 60 y 104 días después de la plena floración (DAFB). Al mismo tiempo, también se midió el diámetro de cada uno de los brotes seleccionados con un calibre digital.



Figura 6: Ejemplos de fases de recopilación de datos en *Actinidia*

Evaluación de la producción y la calidad de los frutos

El 29^{de septiembre} de 2025, para ambos tratamientos, se midió la producción de frutos en cada uno de los árboles seleccionados en el momento de la cosecha con una balanza, mientras que se midió el diámetro ecuatorial de un total de 60 frutos por vid seleccionada con un calibre digital, debido a la falta de presencia de suficientes frutos en las vides.

A continuación, se calculó la media de los siguientes parámetros por tratamiento, así como el error estándar:

-Diámetro ecuatorial del brote



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

- Número de flores por brote
- n de cuajado por brote
- Porcentaje de cuajado
- % de caída de frutos
- Producción (kg/árbol)
- Diámetro ecuatorial del fruto

Para cada parámetro, los tratamientos se compararon mediante una prueba t de Student.

Evaluación del diámetro del tronco

El 21^{de} noviembre, para ambos tratamientos, se evaluó el diámetro transversal del tronco a 50 cm por encima del punto de injerto en cada árbol seleccionado. El diámetro se midió con un calibre digital.

Análisis estadístico

Se utilizó una prueba t en Excel para comparar los valores medios de los dos tratamientos para cada parámetro. Para los datos no paramétricos, se realizó una prueba de Wilcoxon.

Resultados

Tabla 2. *Diámetro del tronco de las vides de kiwi, número de flores y frutos por brote, cuajado (%), producción de frutos por árbol y diámetro ecuatorial de los frutos.*

	Tronco ecuatorial \varnothing (mm)	N Flores	N Frutos	Cuajado (%)	Caída de frutos (%)	Producción (kg árbol ⁻¹)	Fruto ecuatorial \varnothing (mm)
Control	28,41 \pm 0,43	32 \pm 2	13 \pm 1	43,34 \pm 2,48	1 \pm 0,06	10,33 \pm 1,33	54,63 \pm 5,24
Polline	28,24 \pm 0,81	31 \pm 2	25 \pm 2	83,37 \pm 2,36	6 \pm 0,06	21,53 \pm 2,49	54,08 \pm 5,20
Estadística	ns	ns	***	***	ns	**	ns

En el kiwi, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al diámetro de los brotes y el número inicial de flores (Tab. 2), lo que indica que la aleatorización en la elección de las plantas fue adecuada para el experimento. El tratamiento de polinización aumentó significativamente el número de frutos cuajados, alcanzando 25 \pm 2 frutos por rama en comparación con 13 \pm 1 frutos por rama en el control ($P < 0,001$). Del mismo modo, **el porcentaje de cuajado también se vio influido positivamente por el tratamiento de polinización**, alcanzando el 83,37 \pm 2,36 %, en comparación con el 43,34 \pm 2,48 % del control ($P < 0,001$), mientras que no se observaron diferencias



DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE
AGRO-ALIMENTARI

Se observaron diferencias en el porcentaje de caída de frutos, que fue similar entre los dos tratamientos. La producción de frutos por árbol también fue significativamente mayor en el tratamiento de polinización ($21,53 \pm 2,49$ kg por árbol) en comparación con el tratamiento de control ($10,33 \pm 1,33$ kg por árbol). Tampoco se observaron diferencias en las medidas del diámetro del tronco, que fueron similares entre el tratamiento con polen y el control ($28,24 \pm 0,81$ y $28,41 \pm 0,43$). Los datos indican una fuerte influencia de la aplicación de polen de fuentes externas en el rendimiento, aunque no afecta al diámetro y la forma finales de los frutos.

CONCLUSIONES

Los resultados de estos ensayos indican un efecto positivo de la polinización asistida con una fuente externa de polen en el porcentaje de cuajado y en la calidad de los frutos de cereza dulce de la variedad Kordia. Del mismo modo, en el kiwi, la polinización asistida indujo un aumento en el porcentaje de cuajado, junto con una productividad casi doble en comparación con las vides polinizadas naturalmente (controles).

Prof. Brunella Morandi

Bolonia, 03/12/2025